ÜBER DEN EINFLUSS
DER
ULTRAVIOLETTEN STRAHLEN AUF BAKTERIEN UND TIERISCHE GEWEBE.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
IN DER MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VORGELEGT VON

MARIE CHARLOTTE ARNECKE
AUS LEIPZIG.

1915
DRUCK VON STRAUBING & MÜLLER, WEIMAR.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät.
19. Mai 1915.
Referent: Herr Geh. Med.-Rat Prof. Dr. v. Strümpell.

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546818_0071

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 7

I. Untersuchungen über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf Bakterien 14

II. Untersuchungen über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf tierische Gewebe 23

Das Verdienst, den schädigenden Einfluß des Lichtes auf Bakterien zuerst nachgewiesen zu haben, gebührt den Engländern Downes und Blunt[12. 13]). Sie stellten fest, daß Bakterien unter dem Einfluß des direkten Sonnenlichtes zu Grunde gehen. Vergleiche zwischen den einzelnen, mit verschiedenfarbigen Glasplatten bedeckten Schälchen zeigten, daß hauptsächlich den stark brechenden Strahlen des Sonnenspektrums diese Wirkung zukam, denn die von blauem oder violettem Licht getroffenen Bakterien starben in viel kürzerer Zeit ab als die rotem, gelbem oder grünem Licht ausgesetzten. Noch genauer bestimmt wurden die am stärksten baktericiden Strahlenarten durch die Untersuchungen von Marshall Ward[35]), der das Quarzspektrum des Sonnenlichtes, sowie das elektrischer Bogenlampen auf Agarplatten fallen ließ und dadurch ermittelte, daß mit der stärkeren Brechbarkeit der Lichtstrahlen auch ihre keimtötende Wirkung zunimmt, sodaß die äußerst kurzwelligen, unter gewöhnlichen Umständen für das menschliche Auge unsichtbaren Strahlen im Ultraviolett die deletärste Wirkung entfalten.

In guter Uebereinstimmung mit diesen Ergebnissen stehen im allgemeinen die Arbeiten von Bie[7]), Bang[3]), Dieudonné[11]) und Gottschlich[18]) — aus neuester Zeit seien außerdem noch die Erhebungen von Huber[25]) erwähnt —, die die baktericide Wirkung des Lichtes als solche bestätigten, wenn auch ihre Ansichten über die stärkst wirksame Strahlengattung ziemlich weit auseinander gingen — eine Tatsache, die sich vielleicht aus dem Vorhandensein von Fehlerquellen sowohl, als auch aus der Verschiedenheit der Versuchsanordnungen verstehen läßt. Besonders erwähnt sei hier das Resultat von Bie, der die keimtötende Kraft der Strahlen zwischen 200 und 205 $\mu\mu$ 10 bis 12 Mal so groß fand wie die des gesamten übrigen Spektrums zwischen 295 und 710 $\mu\mu$.

Die eingehenden Untersuchungen von Kruse[34]) bestätigten die überlegene Kraft der blau-violetten Strahlen und zeigten, wie sehr das an ultravioletten Strahlen reiche, direkte Sonnenlicht das an diesen Strahlen arme, zerstreute Tageslicht an Wirksam-

keit übertrifft. Auf die eigentliche Wirkungsart der Strahlen werfen die Forschungen Kruses interessante Streiflichter: nicht nur, daß die Bakterien direkt dem Einfluß des Sonnenlichtes erlagen, auch sterile Nährböden verloren, von den Lichtstrahlen getroffen, ihre ernährende Wirkung — vielleicht auch nahmen sie selbst baktericide Eigenschaften an — sodaß überimpfte virulente Keime auf ihnen nicht gediehen. Erst nach mehrstündigem Aufenthalt im Dunkeln gewannen die Nährböden die zur Züchtung von Bakterien notwendige Beschaffenheit zurück — ein Verhalten, daß vielleicht in einer photochemischen Spaltung bestimmter Eiweißkörper mit nachfolgender allmählicher Restituierung zum Status quo ante außerhalb des Strahlenbereiches seine Erklärung findet. So beobachtete Hertel[22]) die Gerinnung von Eiweiß in ultraviolettem Licht und auch Dreyer und Hansen[14]) machten diese Entdeckung. Auch konnten sie eine Abschwächung von Toxinen, Serum, Enzymen und Antikörpern durch diese Strahlen nachweisen.

Die Anwesenheit des Sauerstoffes der Luft zeigte sich, wie die Arbeiten von Bie[7]), der zu seinen Untersuchungen die Finsenlampe benutzte, und von Thiele und Wolf[42]), die Quarzquecksilberlampen verwendeten, ohne jeden Einfluß auf die Wirkung der kurzwelligen Strahlen, während die langwelligen Strahlen bei Sauerstoffabschluß ihre keimtötende Kraft vollkommen einbüßten. Einleitungen von Wasserstoffsuperoxyd zum Zwecke einer intensiveren Oxydation brachte keinerlei Ergebnisse. Dagegen stieg die Wirkung aller Strahlen unter dem Einfluß höherer Temperaturgrade, sodaß jetzt zur Abtötung der Bakterien durchwegs eine kürzere Zeit genügte und selbst rote Strahlen, die sich in gewöhnlicher Zimmertemperatur fast indifferent zeigten, eine rege keimtötende Wirkung entfalteten.

Was nun die Penetrationskraft der einzelnen Strahlenarten anbelangt, so zeigten sich, was schon nach rein physikalischen Gesichtspunkten von vornherein zu erwarten war, gerade die chemisch am stärksten wirksamen ultravioletten Strahlen ihrer starken Absorbierbarkeit wegen den langwelligen Strahlen weit unterlegen. Während jene zwar langsam, aber selbst von Glas bedeckte Bakterienaufschwemmungen sicher zum Absterben brachten, blieben die kurzen Strahlen Bakterien gegenüber, die sich in gefärbten Flüssigkeiten, wie Kulturbouillon von gewöhnlicher

Konzentration, Agar, Blut, Harn oder unter Glas befanden, völlig wirkungslos. Thiele und Wolf[42]) fanden Strahlen von 290 $\mu\mu$ Wellenlänge an unfähig, Glas von 0,13 mm Dicke zu durchdringen, eine Abschwächung der Strahlenwirkung durch Absorption ließ sich schon bei 310 $\mu\mu$ deutlich nachweisen. Eine dünne Hautschicht, geringe Mengen von Fibrin, nach Jansens[26]) Untersuchungen eine 0,15 mm dicke Scheibe einer tuberkulösen Lymphdrüse gewährten diesen kleinsten Lebewesen genügenden Schutz vor ihren furchtbarsten Feinden. In ganz farblosen dünnen Aufschwemmungen erhielten sich die ultravioletten Strahlen ausgesetzten Bakterien längere Zeit, wenn in der Flüssigkeit merkbare Mengen kolloidaler Stoffe enthalten waren.

Versuche, die keimtötende Kraft der Strahlen nach der Art ihrer Wirkungsweise auf die verschiedenen pathogenen Bakterien zu differenzieren, sind noch nicht unternommen worden. Doch ist die allgemeine Widerstandslosigkeit den Strahlen gegenüber an fast allen bekannten Bakterienarten erwiesen. Im Hinblick auf die jetzt so aktuelle Heliotherapie der Tuberkulose verdienen die Arbeiten von Henri Cernovodeaunu[19]) über das Verhalten der Tuberkelbazillen den ultravioletten Strahlen gegenüber vielleicht besonderes Interesse. Er fand bei Bestrahlung in sehr dünnen Schichten von Kochsalzlösung die Tuberkelbazillen bereits nach 1 Minute abgestorben, indes Rochaise und Collin[41]) die Beobachtung machten, daß die Tuberkelbazillen unter dem Einfluß der Strahlen ihre Säurefestigkeit einbüßten.

Hinter diesen theoretischen Forschungen blieben die Versuche praktischer Anwendung nicht lange zurück. Es lag ja auch nahe, eine Kraft von solch sichtlich leichter Anwendbarkeit und solch eminentem Einfluß auf die gefürchtetsten Krankheitserreger praktisch-therapeutisch zu verwerten. Die allgemein heilsame Kraft des Sonnenlichtes war ja freilich schon längst bekannt. Auch Virchow[31]) erzählt, daß es ihm auffiel, wie ein Riß an seiner Hand, den er sich auf einer Reise zugezogen hatte, unter der Wirkung der Mittelmeersonne außerordentlich rasch heilte und dann nur eine feine, weiche Narbe hinterließ.

Besonders in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts aber wurden Versuche gemacht, das Sonnenlicht direckt als Heilmittel zu verwenden. So hat sich der Schweizer Chirurg Rollier[39,40]) durch seine Heliotherapie der Tuberkulose, dieses

großartigste aller „konservativen“ Heilmittel einen Weltruf erworben. Mit vollem Recht. Denn diesen unglücklichen Patienten blieb sonst nur das verstümmelnde Messer! Aber nur wenigen besonders begünstigten Gegenden bietet die Natur die Gabe des vollen Sonnenlichtes, so auf dem Meere und im Hochgebirge, wo noch wenig ultraviolette Strahlen durch die Atmosphäre absorbiert sind und wo selbst im Winter die strahlende Energie der Sonne ganz erstaunlich hohe Grade erreicht. Anders in der Ebene, anders besonders in den von strahlenabsorbierenden, stauberfüllten Luftschichten bedeckten großen Städten. Hier war und blieb eine feste Grenze gesteckt für die Heliotherapie. Sie ersetzt zu haben ist das unsterbliche Verdienst von Niels Finsen [15]). Er war der erste, der zielbewußt die bekanntgegebenen wissenschaftlichen Forschungen über die Strahlenwirkung — es handelte sich damals hauptsächlich um die Arbeiten von Marschall Ward [35]) — verwertete zum Aufbau einer Strahlentherapie. Zunächst verwendete er das gewöhnliche elektrische Bogenlicht, später erbaute er die nach ihm benannte Finsen-Rheynlampe. Unter der Einwirkung der von diesen künstlichen Lichtquellen ausgesandten ultravioletten Strahlen beobachtete man auf der Haut das unter dem Einfluß des Sonnenlichtes schon häufig genug beobachtete und jedem Laien bekannte Phänomen: Rötung mit Spannungsgefühl und nachfolgender Pigmentierung und Abschuppung. Es lag in der Natur der Sache, die Strahlen zunächst gegen Hautleiden in Anwendung zu bringen, und das war in der Tat der Fall. Von Finsen behauptet, von vielen anderen heftig bestritten, waren die Erfolge der Lichtbehandlung bei Pocken, die mit dem Rückgang dieser Krankheit in den Kulturländern auch nicht lange mehr in Frage kam. Bessere waren die Resultate bei Lupus, Ekzem usw.

Ein Nachteil der Finsenlampe lag aber darin, daß mit ihr nur stets die kleine Hautfläche bestrahlt werden konnte, die dem jeweiligen Anämisierungsgebiet der Drucklinie entsprach, was die Behandlungsdauer oft sehr in die Länge zog. Diesem Uebelstande nun abzuhelfen suchten die Quecksilberlampen. Das Quecksilberlicht ist zuerst von Leo Arons [1, 2]) konstruiert worden. Als durchlässiges Medium für die ultravioletten Strahlen benutzte Schott das Uviolglas, Krohmeyer das Quarz. Besonders die Quarzquecksilberlampe, die Krohmeyerlampe, fand große Ver-

breitung. Als Vorteile der Finsen-Rheynlampe ist die Möglichkeit diffuser Bestrahlung, sowie die von Schleimhäuten zu betrachten. Ueber ihren sonstigen praktischen Wert, besonders bezüglich ihrer Lichtintensität verglichen mit der der Finsen-Rheynlampe sind die Ansichten geteilt. Während Heymann [24]) die günstige Einwirkung der Krohmeyerlampe auf Psoriasis, Ulcus cruris varicosum, Angiome, Ekzeme, Naevi, Lupus vulgaris und Akne, Bering [5]) dieselbe auf Alopecie, Angiome, Epheliden, Trichophydie und Lupus vulgaris hervorhebt, und Krohmeyer [30]) selbst bei denselben Krankheiten die besten Erfahrungen mit seiner Lampe machte, spricht sich Ledermann [33]) etwas skeptischer aus. Insbesondere gelang ihm die Heilung des Lupus vulgaris nicht, über die alle übrigen Autoren übereinstimmend berichteten. Gottschalck [17]) und Jungmann [28]) halten das Quarzlicht seiner geringeren Tiefenwirkung wegen dem Finsen-Rheynlicht gegenüber für minderwertig.

Wichmann [44]) bestrahlte die Haut mit der Krohmeyerlampe durch ein Kaninchenohr hindurch 23 Minuten lang, ehe eine geringe punktförmige Rötung auftrat, die nach 48 Stunden völlig verschwunden war, während es bei derselben Versuchsanordnung mit der Finsen-Rheynlampe bereits nach 15 Minuten Bestrahlungsdauer zu einem diffusen Erythem kam, das tagelang bestehen blieb. Besser waren die Ergebnisse mit der Krohmeyerlampe, wenn das Licht vorher eine dünne Membran passierte, also filtriert wurde. Wichmann wendete bei seinen Versuchen Kompression mit Wasserkühlung der Haut an. Er meint, daß durch Filtrierung der von der Krohmeyerlampe ausgesandten Strahlen die starke Hyperämie der Haut verhindert würde, die die Tiefenwirkung der Strahlen beeinträchtigt. Hesse kam bei seiner Nachprüfung der Wichmannschen Angaben bei derselben Versuchsanordnung allerdings zu anderen Resultaten, und auch Klingmüller [29]) und A. Neisser [35]) erklären die Quarzlampe der Finsen-Reynlampe gleichwertig.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der ultravioletten Strahlen erschloß Nogier [36]), der die ultravioletten Strahlen bei Fettsucht, Stuhlträgheit, rheumatischen und gichtischen Beschwerden anwandte. Da hier bakterielle Einflüsse kaum in Frage kommen, so handelt es sich möglicherweise um eine bisher noch unbekannte spezifische Wirkung der Strahlen, vielleicht ist aber auch die Anregung

der Zirkulation und die Stimulation der lokalen Stoffwechselprodukte das eigentliche therapeutische Agens. Doch wäre ja auch das wiederum auf den Einfluß der Strahlen zurückzuführen.

Genauer bekannt, wenn auch nicht völlig erklärt, ist die Wirkungsweise der ultravioletten Strahlen auf Wunden. Man beobachtet hier besonders Anregung guter Granulationen und Beschleunigung der Epithelialisierung. Es ist freilich auch hier die geringe Penetrationskraft der ultravioletten Strahlen in Betracht zu ziehen, die durch dickere Fibrierauflagerungen absorbiert werden. Erst nach Bestrahlung von mindestens einer halben Stunde tritt hier eine entzündliche Reaktion auf. Es kommt dann zu einer geringen Schmerzempfindung in der Wunde. Bei gut granulierenden Wunden bestrahlt man nur einige Minuten, ohne es zu einer entzündlichen Reaktion kommen zu lassen. Bacher[4]) beschreibt die Wirkung der Bestrahlungen auf Wunden als „eine direkte aktinische Beschädigung der Mikroorganismen, eine ebenfalls auf aktinischem Einfluß beruhende Anregung der Epithelialisierung, sodann als eine durch aktive Hyperämie bedingte Besserung der lokalen Ernährungsverhältnisse, die sich in reichlichen gesunden Granulationen kundgibt, und als eine Austrocknung und somit Verschlechterung des Nährbodens infolge direkt bakterienschädigender Wirkung".

Besonderes Interesse bezügl. der Wirkungsweise der Strahlen erweckt die kürzlich erschienene Arbeit von Friedberger und Shiogi[16]). Sie bestrahlten zuerst künstlich in die Mundhöhle von Kaninchen eingebrachte Kulturen von Prodigiosus und Diphtheriebazillen. Die Strahlen wurden, indes die Tiere in geeigneter Weise befestigt waren, direkt in die Mundhöhle geleitet. Die Anstriche mit Prodigiosus ließen schon nach kurzer Bestrahlung eine Abnahme der Keime erkennen, nach 30 Minuten Bestrahlungsdauer waren sie völlig getötet. Anders die Diphtheriebazillen. Zwar zeigten sie nach der Bestrahlung von 10 und 20 Minuten eine deutliche Verminderung ihrer Zahl, eine völlige Abtötung dieser Keime war aber auch durch noch viel länger dauernde Bestrahlung nicht zu erzielen und regelmäßige Abimpfungen ergaben bereits 6 Stunden nach der Bestrahlung eine Zunahme der Keimzahl.

Es erhebt sich nun zunächst die Frage, wie sich dieses verschiedene Verhalten der beiden verschiedenen Bazillenarten

den Strahlen gegenüber erklären läßt. Handelt es sich bei der Bestrahlung nur um einen Einfluß auf die Keime selbst – was bei den Buchten und Falten, wie sie die Mundhöhle bietet, von vornherein nicht sehr wahrscheinlich erscheint, so muß es sich um eine Verschiedenheit der den Bazillenleib zusammensetzenden Protoplasmaverbindungen der verschiedenen Arten den Strahlen gegenüber handeln. Verursachen aber außer der Einwirkung auf die an der Oberfläche befindlichen Bakterien die Strahlen eine spezifische Gewebereaktion, so fragt es sich, wodurch diese bedingt ist und warum von dieser Gewebereaktion die pathogenen Diphtheriebazillen weniger behelligt werden als der harmlosere Prodigiosus. Und endlich wäre zu erforschen, ob eine solche durch die Strahlen hervorgerufene Reaktion als eine besondere, den photochemischen Einflüssen eigene Gewebstätigkeit zu betrachten ist, oder ob an sich normale Funktionen durch die Einwirkung der Strahlen nur eine Steigerung erfahren.

Die Antwort liegt vielleicht in einem bekannten analogen Vorgang, wie ihn Weichardt[42]) zuerst mitgeteilt hat. Er fand, daß in die Mundhöhle eingebrachte Prodigiosuskulturen binnen spätestens 36 Stunden aus der Mundhöhle vollkommen verschwinden, ohne jede therapeutische Beeinflußung, allein durch die Tätigkeit der Gewebe. Vielleicht ist die Wirkung der Strahlen also auch nur eine Beschleunigung und Verstärkung dieser auch normal schon vorhandenen Gewebsfunktion, die allerdings noch ganz wesentlich unterstützt wird durch die Abtötung einer großen Menge der eingebrachten Keime direkt durch die Strahlen.

I. Teil.

Die Wirkung der Strahlen auf Bakterien.

Die vorliegenden Versuche beschäftigen sich mit der Beantwortung folgender Fragen:

a) In welcher Weise wirken die ultravioletten Strahlen auf die Bakterien, insbesondere: zeigen die von den Strahlen getroffenen aber nicht abgetöteten Bakterien ein besonderes Verhalten?

b) Wirken die ultravioletten Strahlen auf die verschiedenen Bakterienarten in gleicher Weise ein und

c) Verändern Milzbrandbazillen in langen Generationsreihen dem ultravioletten Licht ausgesetzt unter dessem Einfluß ihre charakteristische Gestalt? Die Anregung zu diesem Versuch gab die Arbeit von Henri Cernovodeaunu, der zufolge Milzbrandbazillen durch die Einwirkung der ultravioletten Strahlen allmählich eine Metamorphose eingehen und Coccenform annehmen sollten.

Allgemeine Versuchs-Anordnung.

Soweit nicht zu bestimmten Zwecken anders verfahren werden mußte, wurden mehrere Tropfen einer bekannten virulenten Bouillonkultur in steriler Bouillon sorgfältig verteilt. Von der Aufschwemmung wurde je $^1/_2$—2 cm^3 in offenem Petrischälchen, in dünner Schicht ausgebreitet, den Strahlen ausgesetzt. Eine gleiche Menge blieb zur Kontrolle unbestrahlt, wurde aber im übrigen genau wie die anderen behandelt. Dann wurde von der bestrahlten Bouillon sowie von der nicht bestrahlten Kontrollbouillon je 1 Normalöse mit Traubenzuckeragar zu Platten verarbeitet und nach 36stündigem Aufenthalt im Brutofen die Zahl der Kolonien makroskopisch mittels Zähltisch, bei Bedarf auch mikroskopisch festgestellt.

Bei den meisten Versuchen wurden zu verschiedenen Zeiten nach der Bestrahlung von den bestrahlten sowohl als auch den nicht bestrahlten Bouillonaufschwemmungen Platten angefertigt.

Als Lichtquelle wurde die von Bach und Nagelschmidt angegebene Quarzquecksilberlampe, die sogenannte künstliche Höhensonne verwendet.

Da bei längerer Dauer der Bestrahlung Wärmestrahlung der Lampe sich geltend machte, mußte durch reichliche Ventilation das Ansteigen der Temperatur gehindert werden.

Vorversuch.

Um den Gehalt der Lichtquelle an wirksamen ultravioletten Strahlen überhaupt festzustellen, werden je 2 cm³ Bouillonkultur eines 12 Tage alten Stammes von Bacterium Coli in einem Abstande von 80 cm mit der Lampe bestrahlt und zwar in offener Petrischale, nur eine Schale wurde zur Kontrolle mit dem absorbierenden Glasdeckel versehen. Die Temperatur der bestrahlten Flächen erreichte am Ende des Versuches das Maximum von 29 ° C.

		Keimzahl
Kontrolle, nicht bestrahlt		20000
I. 5′ bestrahlt	in offener Schale	400
II. 10′ „		48
III. 15′ „		20
IV. 15′ „	in gedeckter Schale	20000

A.

1. Versuch.

Um die Art der Strahleneinwirkung zu prüfen, wird Bouillon mit virulenter Staphylococcenkultur verschieden stark infiziert. Es ergeben sich folgende Resultate:

I.

Staphylococcus pyogenes aureus. Stamm 24h alt. Es wird je 1 cm³ der Bouillonaufschwemmung in 80 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Die Temperatur erreicht am Ende des Versuches 28 ° C.

	Keimzahl.			
	Kontrolle K nicht bestrahlt	a 3′ bestrahlt	b 9′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach $^1/_2$h	1178	700	87	34
nach $3^1/_2$h	30000	1288	125	23
nach $5^1/_2$h	∞	12940	440	225

II.

Stamm usw. wie oben.

Keimzahl.

	Kontrolle K nicht bestrahlt	a 3′ bestrahlt	b 9′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach $^1/_2{}^h$	4000	890	265	358
nach $3^1/_2{}^h$	über 100000	4116	1500	452
nach $5^1/_2{}^h$	∞	86000	27000	4950

III.

Stamm usw. wie oben.

Keimzahl.

	Kontrolle K nicht bestrahlt	a 3′ bestrahlt	b 9′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach $^1/_2{}^h$	10000	3300	1560	1400
nach $3^1/_2{}^h$	∞	7003	2728	3500
nach $5^1/_2{}^h$	∞	∞	15000	11055

Ergebnis.

Die bestrahlte Bouillon zeigt nicht nur eine direkte starke Verminderung der Keimzahl gegenüber der unbestrahlten Kontrolle, vielmehr geht die Wirkung der Strahlen an den Bakterien über die Dauer der Bestrahlung sichtlich hinaus. Dies zeigt sich daran, daß die von den Strahlen nicht abgetöteten Keime sich in den nächsten Stunden nach der Bestrahlung nur wenig vermehren. Dann scheint sich allerdings die alte Virulenz wieder herzustellen und zwar umso eher, je größer die Keimaussaat war. Die dichter liegenden Keime gewähren sich gegenseitig Schutz vor den tötenden Strahlen.

Interessant ist das Verhalten der Bouillon IIb und IIc. Die länger (15′) belichtete Bouillon IIc zeigt zunächst eine größere Keimzahl als die kürzere Zeit (9′) bestrahlte Bouillon IIb. Es sind also in IIb mehr Bakterien direkt abgetötet als in IIc. Dennoch macht sich die stärkere Wirkung der Strahlen entsprechend der längeren Bestrahlungsdauer bei IIc alsbald durch die überragende Stärke der Virulenzschädigung geltend. In den auf die Bestrahlung folgenden 3 Stunden vermögen sich die lange bestrahlten Bakterien von IIc nur ganz wenig zu vermehren, und die Keimzahlen von IIb und IIc zeigen schließlich ein der

Verschiedenheit der Bestrahlungsdauer durchaus entsprechendes Verhältnis.

Noch klarer treten diese Reaktionen hervor, wenn mit einer nur mäßigen Keimzahl infizierte Bouillon verwendet wird, wie die folgenden Versuche zeigen.

2. Versuch.

Bac. anthracis. Stamm 5 Wochen alt. Je 1 cm³ Bouillonaufschwemmung wird in 60 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Die Temperatur erreicht 34 ° C.

I.

Keimzahlen.

	Kontrolle nicht bestrahlt	a 5′ bestrahlt	b 9′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach $^1/_2{}^h$	55	5	1	1
nach $3^1/_2{}^h$	335	8	4	6
nach $5^1/_2{}^h$	2002	3	3	0

II.

	Kontrolle nicht bestrahlt	a 5′ bestrahlt	b 9′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach $^1/_2{}^h$	8	5	2	0
nach $3^1/_2{}^h$	fehlt	0	0	0
nach $5^1/_2{}^h$	225	0	0	0

Bei dieser geringen Keimaussaat tritt die Virulenzschädigung bei I bereits sehr deutlich hervor. Die wenigen am Leben gebliebenen Keime sind so schwer geschädigt, daß auch nach mehreren Stunden nach der Bestrahlung keine Erholung eintritt, in II führt die Virulenzschädigung schließlich zur völligen Sterilisation.

Uebereinstimmendes Verhalten zeigten Tetragonus, Prodigiosus Streptococcus vulgaris, Coli-, Proteus-, Pyocyaneus- und Cholerabazillen. Sehr klare Verhältnisse ergaben sich insbesondere bei diesen letzten, wo mit Absicht eine geringe Keimzahl und eine geringe Lichtwirkung — großer Abstand von der Lichtquelle und kurze Belichtungsdauer — gewählt wurde.

3. Versuch.

Bac. Cholerae. Stamm 20^h alt. Es wird je $^1/_2$ cm³ in 90 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Höchste Temperatur 21 ° C.

Keimzahl.

	Kontrolle nicht bestrahlt	a 3′ bestrahlt	b 5′ bestrahlt	c 10′ bestrahlt
nach 1h	160	14	2	8
nach 4h	820	6	1	0
nach 6h	4500	45	0	0

Geringere Virulenzschädigung zeigten Typhus- und Paratyphusbazillen sowie Pneumococcen. Bei dem Bazillus Friedländer und dem Diphtheriebazillus endlich ließ sich überhaupt keine Virulenzschädigung nachweisen. Die von den Strahlen nicht abgetöteten Keime nahmen vielmehr in ähnlichem Verhältnis zu wie die der nicht bestrahlten Kontrollbouillon.

4. Versuch.

I.

Bac. Friedländer.

Stamm 24h alt. Es wird je ½ cm³ Bouillonaufschwemmung in 45 cm Entfernung vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Die Temperatur steigt bis auf 32 ° C.

	Kontrolle nicht bestrahlt	a 5′ bestrahlt	b 10′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach 1h	30000	2118	690	44
nach 4h	∞	65000	25400	10900

II.

Bac. Diphtheritis.

Stamm 24h alt. Es wird je ½ cm³ in 30 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lampe bestrahlt. Die höchste Temperatur beträgt 36 ° C. Die Ueberimpfung von der Bouillon geschieht auf Löfflerschem Hammelblutserumnährboden.

	Kontrolle nicht bestrahlt	a 5′ bestrahlt	b 10′ bestrahlt	c 15′ bestrahlt
nach ½h	76	25	2	0
nach 6h	990	320	110	0

B.

Die folgenden Versuche beschäftigen sich mit der Einwirkung der Strahlen auf die Mitglieder der Coligruppe, die Typhus-, Paratyphus- und Colibazillen. Es ergab sich ein durchgreifender

Unterschied, indem sich die Typhusbazillen im allgemeinen den Strahlen gegenüber resistenter zeigten als die Colibazillen, wie sich ja schon aus den früheren Versuchen, allerdings nur im allgemeinen, die pathogenen Mikroorganismen weniger labil erwiesen. Die Paratyphusbazillen mußten von den vergleichenden Versuchen bald ausgeschlossen werden, einmal wegen ihres wechselnden Verhaltens, sodann aber auch wegen ihrer Neigung zum Zusammenfließen der einzelnen Kolonien, die jede genauere Zählung im günstigen Fall außerordentlich erschwerte, meist aber ganz unmöglich machte.

1. Versuch.

Verwendet werden Aufschwemmungen von je 20^h alten Bouillonkulturen von Typhus- (T.), Paratyphus- (P.) und Colibazillen (C.). Davon wurden je $^1/_2$ cm^3 in 45 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Höchste Temperatur 34 ° C.

	Kontrolle			a 3′ bestrahlt			b 5′ bestrahlt			c 10′ bestr.		
	C.	T.	P.	C.	T.	P.	C.	T.	P.	C.	T.	P.
nach 10′	11000	21000	3906	358	81	400	2	9	1	0	8	27
nach 2′	20088	50000	9000	507	600	980	3	87	—	0	12	—
nach 7′	∞	∞	∞	790	2200	12000	0	120	16	0	64	—

2. Versuch.

Stämme je 44^h alt. Es wird je $^1/_2$ cm^3 in 35 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt. Höchste Temperatur am Ende des Versuches 35 ° C.

Keimzahl.

	Kontrolle nicht bestrahlt			a 2½′ bestrahlt			b 5′ bestrahlt			c 10′ bestrahlt		
				C.	T.	P.	C.	T.	P.	C.	T.	P.
nach $^1/_4$h	70000	3188	7000	1964	240	315	2	118	216	0	93	120
nach 2h	200000	11200	12000	3700	650	1500	5	350	—	0	197	539
nach 6h	∞	53000	300000	6510	4000	11000	30	490	5536	0	—	—

3. Versuch.

Es wird je $^1/_2$ cm^3 Bouillonaufschwemmung von 24^h alten Stämmen in 50 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lampe bestrahlt. Die Temperatur erreicht 38 ° C.

	Kontrolle	a	b	c	d
	bestrahlt nicht	7′	11′	13′	15′
Colibazillen	20000	344	228	52	4
Typhusbazillen	24000	1200	635	320	7

4. Versuch.

Bac. Typhi. Bac. Coli. Stämme 18h alt. Abstand von der Lampe 30 cm. Maximale Temperatur 38 ° C. Es wird je 1 cm³ Bouillon bestrahlt.

			Coli		Typhus	
			nach ½h	nach 4h	nach ½h	nach 4h
Kontrolle	nicht	bestrahlt	6848	72000	2356	8000
a	4′	„	300	103	708	990
b	5′	„	130	309	270	860
c	8′	„	4	6	200	414
d	9′	„	0	0	11	24
e	10′	„	0	0	0	0

5. Versuch.

Es werden Malachitgrün-Nährböden mit gleichaltrigen Kulturen von Typhus- und Colibazillen geimpft und zwar

Platte A mit 4 Normalösen Typhuskultur

Platte B mit 2 „ „ + 2 Normalösen Colikultur

Platte C mit 4 „ Colikultur.

Dann werden die Platten in 35 cm Abstand vom Mittelpunkt der Lichtquelle bestrahlt.

Keimzahl.

			A	B	C
Kontrolle	nicht	bestrahlt	88	62	5
I	5′	„	0	0	0
II	10′	„	0	0	0
III	15′	„	0	0	0

6. Versuch.

Wie oben.

Platte A geimpft mit 10 Normalösen Tyhuskultur

Platte B „ „ 10 „ „ + 10 N.-Oe. Colikultur

Platte C „ „ 10 „ Colikultur.

			A	B	C
Kontrolle	nicht	bestrahlt	507	228	3
I	2′	„	200	72	1
II	5′	„	3	2	0
III	10′	„	0	0	0
IV	15′	„	0	0	0

C.

Nun wurden die von Henri Cernoveodeanuu angestellten Versuche mit Milzbrandbazillen nachgeprüft und zwar in der Weise, daß abwechselnd Agarkolonien bestrahlt, von diesen auf Bouillon überimpft, diese bestrahlt und wiederum auf Agar überimpft wurden. Von den Agarkolonien wurde stets nur von der Oberfläche abgeimpft, die sicher von den Strahlen beeinflußt war. Außerdem wurden stets Kontrollplatten angefertigt, die dann auch durchwegs stärkeres Wachstum und größere Kolonienzahlen zeigten. Der Bestrahlungsabstand betrug stets 30 cm, die Bestrahlungsdauer 10 Minuten. Eine längere Bestrahlungsdauer verbot sich von selbst, da dann die Oberfläche der Kolonien und ebenso die Bouillon mit Sicherheit sterilisiert wurde.

Die Ueberimpfungen und Bestrahlungen wurden regelmäßig täglich vorgenommen, regelmäßig täglich wurden Kolonien und Bouillon mikroskopisch geprüft. Dies wurde 16 Tage hintereinander fortgesetzt.

Die Erfolge von Henri Cernoveodeanuu wiederholten sich nicht. Es kam nicht zur Umwandlung der Milzbrandstäbchen in Coccen. Dagegen zeigten die Versuche, daß mit der Zeit die dem Einfluß des ultravioletten Lichts ausgesetzten Milzbrandkulturen an Bazillen immer ärmer und an Sporen immer reicher wurden. Die letzten beobachteten Kulturen zeigten überhaupt nur noch Sporen in ihrer charakteristischen Form.

Ergebnis der Versuche.

a) Die ultravioletten Strahlen bewirken in höchstem Grade ihrer Wirksamkeit den Tod der von ihnen getroffenen Keime, in geringerem Grade eine Virulenzschädigung, die noch nachträglich zum Absterben der Keime führen kann, jedenfalls aber eine starke, mehrere Stunden lang

andauernde Vitalitätsschwächung erzeugt; wobei es sich wahrscheinlich um eine photochemische Spaltung des Zelleiweiß handelt.

b) Die ultravioletten Strahlen wirken auf die verschiedenen Bakterienarten in gleicher Weise, aber nicht in gleicher Stärke ein. Einzelne pathogene Arten zeigen sich besonders resistent, einzelne nicht pathogene Bakterien besonders labil. Von den der Coligruppe angehörigen Bazillen werden unter sonst gleichen Umständen die Colibazillen von den ultravioletten Strahlen stärker beeinträchtigt als die Typhusbazillen.

c) Eine Gestaltsveränderung von Milzbrandbakterien, besonders eine Umwandlung in Coccenform unter dem Einfluß der ultravioletten Strahlen auf eine Reihe von Generationen läßt sich nicht nachweisen. Dagegen bemerkt man unter der Einwirkung dieser Strahlen ein immer stärkeres Ueberwiegen der Sporenform über die Bakterienform.

II. Teil.

Der Einfluß der Strahlen auf tierische Gewebe.

I. Einwirkung der Strahlen auf das Peritoneum.

Im folgenden wurde untersucht:

1. wie sich das Peritoneum gesunder Tiere den Strahlen gegenüber verhält, besonders ob sich unter dem Einfluß des ultravioletten Lichtes eine besondere Reaktion des Peritoneums bemerkbar macht,
2. ob es möglich ist, eine ausgedehnte Infektion des Peritoneums mit hochvirulenten Bazillen vermittels der ultravioletten Strahlen zum Stillstand zu bringen, wobei sowohl die keimtötende Kraft der Strahlen als auch eine bisher nicht näher charakterisierte Steigerung der Abwehrkräfte des Organismus durch die Lichtwirkung in Frage käme.
3. endlich ob überhaupt das Peritoneum infizierter bestrahlter und nicht bestrahlter Tiere in seiner Reaktion wesentliche Unterschiede zeigt.

1. Versuch.

Als Versuchstiere kamen ausschließlich Kaninchen in Anwendung. Es wurde die Bauchhöhle eröffnet, der Darm vorgelagert und mit 4 cm^3 einer 24 Stunden alten Prodigiosuskultur übergossen, 5′ lang in einem Abstand von 50 cm bestrahlt. Danach wurde der Darm zurückgelagert und die Bauchhöhle durch Naht geschlossen. Nach der Operation wurde in Zwischenräumen von 1 Stunde Exsudat mittels Kapillarpipette entnommen. Die Exsudatprobe wurde auf Objektträgern mit Methylalkohol fixiert und nach der Methode von May-Grünwald gefärbt.

Von 3 Kaninchen wurde das erste K. I nur bestrahlt, das zweite K. II infiziert und bestrahlt, das dritte K. III nur infiziert.

Das Exsudat aller 3 Tiere war zunächst nach der Operation steril, bei Kaninchen I und II deutlich haemorrhagisch, obwohl es während der Bestrahlung nicht zum Auftreten von sichtbaren Petechien kam, was sich bei den längere Zeit bestrahlten Tieren der folgenden Versuche ziemlich auffällig bemerkbar machte. Auch setzte bei K. I bereits 3 Stunden nach der Operation

eine Leucocytose ein, die hauptsächlich polymophkernige Zellen enthielt. 6 Stunden nach der Operation zeigte das Exsudat von K. II sowohl als auch das von K. III das Auftreten von Bazillen, deren Zunahme sich in den folgenden Stunden Hand in Hand mit einer immer stärkeren Leucocytose beobachten ließ. Dabei überwogen bei K. III von der 8. Stunde nach der Operation an die Rundzellen, während es bei K. II erst 2 Stunden später zu einem reichlicheren Auftreten von Lymphocyten kam, die aber hier an Zahl gegenüber den Polymorphkernigen zurückblieben. Die zunächst vereinzelt liegenden Bazillen zeigten in den späteren Stunden eine kettenartige Anordnung. Beide infizierte Tiere gingen, das bestrahlte Kaninchen 20, das nicht bestrahlte 22 Stunden nach der Operation zugrunde.

Die Sektion ergab bei beiden Tieren diffuse eitrige Peritonitis. Das bestrahlte Kaninchen zeigte mehrere große Haemorrhagien im Dickdarm und nur geringe Exsudatbildung, das nicht bestrahlte ein reichliches Exsudat. (Proben aus dem Herzblut, auf Agarplatten verarbeitet, ergaben Reinkulturen von Pyocyaneusbazillen.)

Das nicht infizierte, nur bestrahlte Kaninchen K. I zeigte 10 Stunden nach der Bestrahlung ebenfalls Mikroorganismen, hauptsächlich Coccen in Exsudat, wahrscheinlich war es von der Wunde aus, die sich am nächsten Tage als gangränös erwies, zur Sepsis gekommen. Das Tier ging 4 Tage nach der Operation zugrunde. Eine Sektion konnte aus äußeren Gründen nicht vorgenommen werden.

2. Versuch.

Es wurde im ganzen wie im ersten Versuch verfahren. Das Versuchstier, ein Kaninchen, wurde 9 Minuten lang in 30 cm Entfernung von der Lampe bestrahlt. Während der Bestrahlung kam es zu makroskopisch leicht sichtbaren petechialen Blutungen der Darmwände.

Das Exsudat war zunächst stark haemorrhagisch, zeigte dann eine fast rein polynucleäre Leucocytose, später traten auch Lymphocyten reichlicher auf. Auch hier kam es zur Gangrän der Wunde und bereits 16 Stunden nach der Operation zum Exitus.

3. Versuch.

Versuchsanordnung wie oben. Das Versuchstier wurde 15 Minuten lang in 30 cm Abstand bestrahlt. Während der Bestrahlung ließ sich das Entstehen punkt- und streifenförmiger Haemorrhagien in der Darmwand deutlich beobachten. Das

Exsudat war bei diesem Tier äußerst gering, anfangs haemorrhagisch, dann traten weiße Zellen auf. Irgendwelche Besonderheiten ließen sich nicht erkennen. Das Tier blieb am Leben.

Ergebnis.

1. Infolge der Einwirkung der ultravioletten Strahlen zeigt das Peritoneum gesunder Tiere außer nicht unbedeutender Darmwandblutung kein besonders abweichendes Verhalten.
2. Eine sehr ausgedehnte Infektion des Peritoneums mit virulenten Keimen läßt sich vermittelst ultravioletter Strahlen nicht zum Stillstand bringen.
3. Das Peritoneum bestrahlter Tiere zeigt außer einem Ueberwiegen der Rundzellen über die Polymorphkernigen des Exsudats keine besonderen Unterschiede.

II. Der Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Mund- und Rachenschleimhaut.

Die Versuche wurden unternommen an der Mundhöhle von Diphtheriebazillenträgern. Friedberger und Shiogi machten ihre entsprechenden Untersuchungen an Kaninchen, dem sie die Diphtheriekulturen künstlich in die Rachenhöhle einbrachten. Daß es ihnen auch mit sehr lange dauernden einmaligen Bestrahlungen nicht gelang, die Diphtheriebazillen zum Absterben zu bringen, ist bekannt und auch in dieser Arbeit bereits erwähnt.

Da nun selbst bei den künstlich eingeführten, also sicher mehr an der Oberfläche befindlichen Bakterien ein solch ungünstiges Resultat erzielt wurde und außerdem an eine Bestrahlungsdauer von 45 Minuten, wie sie die genannten Autoren bei den Kaninchen anwendeten, aus leicht erklärlichen Gründen beim Menschen nicht gedacht werden konnte, wurden, wozu Friedberger und Shiogi übrigens bereits in ihrer Arbeit rieten, mehrere kurzdauernde Bestrahlungen vorgenommen. Die Patienten wurden durchweg im Liegen bestrahlt und hielten, sich selbst mittels eines gewöhnlichen Glaspatels die Zunge niederdrückend, den Mund offen. Besondere Vorrichtungen bezgl. der Lampe kamen nicht in Anwendung. Die stark hautreizende Lichtwirkung der Lampe wurde als unerwünscht durch sorgfältiges Abdecken der Gesichtshaut der Patienten ausgeschaltet. Vor und nach der Bestrahlung wurde jedesmal von der hinteren Rachenwand auf Löffler abgeimpft und die gewachsenen Kolonien nach Differenzie

rung mit Formolalkohol und Methylenblau, sowie Neißerscher Polfärbung mikroskopisch untersucht.

1. Versuch.

Pat. E. Pepke, 15 Jahre alt. Vor 5 Jahren Diphtherie. Seitdem Bazillen. Seit 9 Wochen erfolglos in Krankenhausbehandlung.

Die Pat. wurde stets in einer Entfernung von 35 bis 40 cm von der Lampe bestrahlt.

Diphtheriebazillen im Rachenabstrich

	Datum	Dauer d. Bestrahl.	vor d. Bestrahl.	nach d. Bestr.
1. Bestrahl.	22. 4.	4 Minuten	+	+
2. „	24. 4.	4 „	+	+
3. „	25. 4.	6 „	+	—
4. „	27. 4.	6 „	+	—
5. „	30. 4.	10 „	+	—
6. „	1. 5.	10 „	+	—
7. „	2. 5.	10 „	—	—
8. „	4. 5.	nicht bestr., Abimpfg. durch d. Stationsarzt		—
8. „	6. 5.	15 Minuten	—	—
9. „	8. 5.	5 „	—	—
	11. 5.	nicht bestr., Abimpfg. durch Stationsarzt		—

Die Patientin wird entlassen.

Außer einem geringgradigen Erythem zeigte die Patientin keinerlei Erscheinungen, auch klagte sie nicht über Beschwerden.

2. Versuch.

Pat. E. Brückner. Baracke 25. Niemals Diphtherie. Im Munde Diphtheriebazillen, deshalb seit 1. März in Krankenhausbehandlung. Da die Behandlung im Krankenhaus mit den üblichen Desinfizientien ohne jeden nachweisbaren Einfluß auf die Diphtheriebazillen bleibt, wird die Patientin mit „Höhensonne“ bestrahlt und zwar in 35 cm Abstand.

Diphtheriebazillen im Rachenabstrich

	Datum	Dauer d. Bestrahl.	vor d. Betrahl.	nach d. Bestr.
1. Bestrahl.	13. 7.	7 Minuten	+	+
2. „	14. 7.	5 „	+	+
3. „	15. 7.	5 „	+	+ sehr wenig Diphtheriebazillen. Es bilden sich oberflächliche Ulcerationen an der hinteren Rachenwand. Die Patientin klagt über Schluckbeschwerden.

20. 7. wird die Pat. vom Stationsarzt abgeimpft, nur noch wenig Bazillen. Die Geschwüre verheilen schnell.

4.	„	27. 7.	8 Minuten	+	+
5.	„	28. 7.	8 „	+	+
6.	„	29. 7.	8 „	+	—
7.	„	30. 7.	8 „	—	—
8.	„	31. 7.	8 „	—	—

1. 8. wird die Pat. von der Station aus abgeimpft, ebenfalls keine Bazillen mehr nachweisbar. Die Pat. wird entlassen.

3. Versuch.

Pat. D. Wienhold. Station 38. Im Januar 1914 leichte Diphtherie, die bald vorüberging. Seit Mitte Juli reichlich Diphtheriebazillen im Rachenabstrich. Angewandte chemische Desinfektionsmittel bleiben ohne Einfluß.

Bestrahlung mit Höhensonne. Abstand 35 cm. Dauer der Bestrahlung jedes Mal 10 Minuten.

Diphtheriebazillen im Tonsillarabstrich

	Datum	vor d. Bestrahlg.	nach d. Bestrahlg.	
1. Bestrahlg.	23. 9.	+	+	Bazillen an
2. „	24. 9.	+	+	Zahl be-
3. „	25. 9.	+	+	ständig ab-
4. „	26. 9.	+	+	nehmend

Weitere Untersuchungen von Ausstrichpräparaten am 27., 28., 29. und 30. September waren völlig frei von Diphtheriebazillen.

Beschwerden traten nicht auf. Veränderungen am Rachen wurden nicht beobachtet.

4. Versuch.

Pat. B. Hühn. Baracke 28.

Die Pat. erkrankte Anfang September 1914 an leichter Diphtherie, deren Erscheinungen bald vorübergingen. Dagegen zeigten sich auf den angefertigten Tonsillarabstrichen andauernd Diphtheriebazillen und zwar fast in Reinkultur. Es wird mittels Höhensonne in 35 cm Abstand je 10 Minuten lang bestrahlt.

Diphtheriebazillen im Tonsillarabstrich

	Datum	vor d. Bestrahlung	nach d. Bestrahlung
1. Bestrahlung	7. 10.	+	+
2. „	8. 10.	+	+
3. „	9. 10.	+	—
4. „	10. 10.	—	—

Am 11., 12. und 13. 10. angefertigte Abstriche vom Rachen zeigen keine Diphtheriebazillen mehr. Die Pat. wird geheilt entlassen.

Nach der 4. Bestrahlung zeigte sich auf der Zunge, den Tonsillen und der hinteren Rachenwand in oberflächlicher Weise Schorf, und die Pat. klagte über Schluckbeschwerden. Diese Erscheinungen waren bei der Entlassung der Patientin fast völlig verschwunden.

Ergebnis.

Es gelingt selbst in hartnäckigen Fällen bei geeigneter Behandlung mit der Höhensonne die Mundhöhle von Diphtheriebazillen frei zu machen.

Zu einem Teil besteht die Wirkung der Bestrahlung sicher in einer direkten Abtötung von Keimen durch die Strahlen. Daß dies nicht allein genügen kann, läßt sich schon aus der starken Absorbierbarkeit der wirksamen Strahlen und der Tatsache, daß sich die pathologisch-anatomisch gut gekannten Diphtheriebazillen eben nicht nur an der Oberfläche der Schleimhaut aufhalten, erkennen. In diesem Falle hätten auch Friedberger und Shiogi zu besseren Erfolgen kommen müssen. Durch die Untersuchungen von Jansen ist es ja bekannt, daß die Penetrationskraft der ultravioletten Strahlen 0,15 mm nicht übersteigt. Aber selbst wenn die ultravioletten Strahlen nicht so stark absorbiert würden, wäre es durchaus unwahrscheinlich, daß bei den Buchten und Falten, wie sie die Mundhöhle bietet — man denke nur an die Krypten der Tonsillen —, Lichtstrahlen von einer doch immerhin ziemlich entfernten Lichtquelle, deren Strahlen zum größten Teile noch bei der Enge der Mundöffnung zurückgehalten werden, überall hin gelangen können.

Es muß vielmehr die Hauptwirkungsweise der Strahlen als eine indirekte angesehen werden. Und zwar wirken sie vorzugsweise durch die Gewebstätigkeit, die sie anregen. Diese Gewebstätigkeit ist der von einer entzündlichen Hyperämie ausgelösten zum mindesten außerordentlich ähnlich. Ob es nun zum bloßen Erythem kommt wie in Versuch 1 oder ob sich die Reaktion des Gewebes wie in Versuch 2 zur Geschwürs- und Schorfbildung erhebt — das Endresultat ist das gleiche: Die Vernichtung der pathogenen Keime.

Literaturverzeichnis.

1. Arons, Wiedemanns Annalen. 1892.
2. Derselbe. Ebenda. 1896.
3. Bang, Mitteilungen aus Finsens med. Lichtinstitut. 1904.
4. Bacher, Deutsche med. Wochenschr. 1914.
5. Bering. Ebenda. 1909.
6. Bertarelli, Zentralbl. f. Bakteriologie. Bd. 50.
7. Bie, Mitteilungen aus Finsens med. Lichtinstitut. 1904.
8. Derselbe. Ebenda. 1905.
9. Bordier & Morant, Malys Jahresberichte. 1909.
10. Bordier, Zentralbl. f. Bakteriologie. 1911.
11. Dieudonné, Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundheitsamt. 1904.
12. Downes and Blunt, Proceedings of the Royal Society of London. 1877.
13. Dieselben. Ebenda. 1878.
14. Dreyer & Hansen, Comptes rendues. Nr. 145.
15. Finsen, Bedeutung d. chem. Strahlen d. Lichts f. Med. u. Biologie. Leipzig 1899.
16. Friedberger & Shiogi. Deutsche med. Wochenschr. 1914.
17. Gottschalck, Deutsche med. Wochenschr. 1910.
18. Gottschlich, Handbuch d. pathogenen Mikroorganismen.
19. Henri Cernovodeaunu, Victor et Baroni. Comptes rendues. Académie des Sciences. 1910.
20. Henri Cernovodeaunu et Stodel, La Presse médicale. 1910.
21. Henri, Mme et Henri-V. Comptes rendues de Biologie. 1911.
22. Hertel, Zeitschrift für allgemeine Pathologie. 1907.
23. Hesse, Deutsche med. Wochenschr. 1907.
24. Heymann. Ebenda. 1909.
25. Huber, Archiv f. Hygiene. Bd. 54.
26. Jansen, Zieglers Beiträge. 1907.
27. Jezierski, Malys Jahresberichte. 1909.
28. Jungmann, Strahlentherapie. Bd. 1.

29. Klingmüller, Deutsche med. Wochenschr. 1912.
30. Krohmeyer, Deutsche med. Wochenschr. 1906.
31. Krohmeyer, Deutsche med. Wochenschr. 1907.
32. Derselbe. Ebenda. 1914.
33. Ledermann, Berliner med. Wochenschr. 1907.
34. Kruse, Zeitschr. f. Hygiene. 1895. Bd. 19.
35. Marshall Ward, Procedings of the Royal Society of London. 1894.
36. Neisser, Deutsche med. Wochenschr. 1912.
37. Nogier, Wiener med. Wochenschr. 1909.
38. Rave, Archiv f. Dermatogolie und Syphilis. 1910.
39. Rollier, Heliotherapie. Berlin 1913.
40. Derselbe, Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. 116.
41. Rochaise et Collin, Comptes rendues de Biologie. 153.
42. Thiele und Wolf, Arch. f. Hygiene. Bd. 54.
43. Weichardt, Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilkde. Bd. 11. 1913.
44. Widemann, Münch. med. Wochenschr. 1907.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. von Strümpell für die gütige Ueberlassung des Materials, sowie Herrn Prof. Dr. Rolly für die Ueberlassung des Thema und die Unterstützung bei meiner Arbeit auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Marie Charlotte Arnecke, bin geboren zu Leipzig am 6. November 1886 als Tochter des Leipziger Kaufmanns Carl Arnecke und dessen Ehefrau Mathilde geb. Günther. In meiner Vaterstadt besuchte ich zunächst die I. höhere Bürgerschule, später die städtische höhere Schule für Mädchen, zuletzt, von Ostern 1906 bis Ostern 1910, die von Fräulein Dr. phil. Käthe Windscheid geleiteten Realgymnasialkurse. Die Reifeprüfung legte ich Ostern 1910 am Realgymnasium in Leipzig ab. Sodann studierte ich im Sommersemester 1910 in Heidelberg, die folgenden 9 Semester in Leipzig Medizin, wo ich im Sommer 1912 das Physikum, im Mai 1915 das medizinische Staatsexamen bestand.